

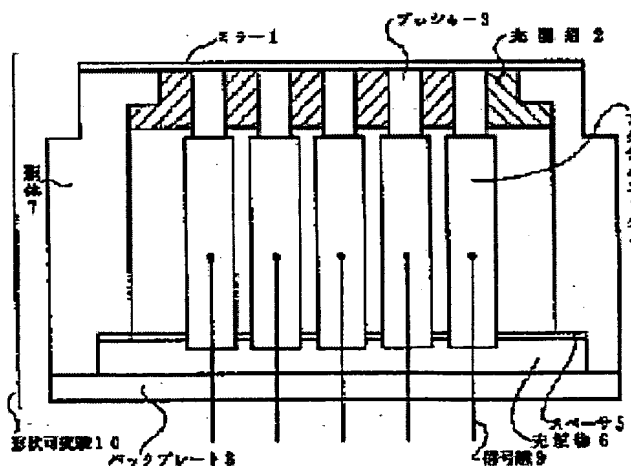
SHAPE VARIABLE MIRROR AND METHOD FOR ASSEMBLING THIS SHAPE VARIABLE MIRROR AS WELL AS COMPENSATION OPTICAL DEVICE, ARRAY LASER OSCILLATOR AND LASER ISOTOPE SEPARATOR CONSTITUTED BY USING THIS SHAPE VARIABLE MIRROR

Patent number: JP5333274
Publication date: 1993-12-17
Inventor: ICHINOSE YUJI; others: 01
Applicant: HITACHI LTD
Classification:
 - international: G02B26/06; B01D59/34; G02B5/10; H01S3/101
 - european:
Application number: JP19920138635 19920529
Priority number(s):

Abstract of JP5333274

PURPOSE:To enable the speed up of the deformation of the shape variable mirror, the working with high accuracy and the shortening of the period for assembly operation.

CONSTITUTION:A mirror 1, plural actuators 4, pushers 3 which are covered with elastic materials and transmit the displacement of the actuators 4 to the mirror 1, a packing material 2 for packing the juncture of the mirror 1 and the pushers 3 and a packing material 6 having the relatively high hardness for packing the opposite side ends to the junctures of the actuators 4 and the pushers 3 are provided. The base material of the mirror 1 and the pushers 3 are assembled with the packing material 2 prior to polishing of the mirror 1. The ends on one side of the actuators 4 are assembled to the pushers 3 after the polishing the base material of the mirror and the other ends are assembled by the packing material 6 of the relatively high hardness.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-333274

(43)公開日 平成5年(1993)12月17日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 26/06		9226-2K		
B 0 1 D 59/34	B			
G 0 2 B 5/10	B	9224-2K		
H 0 1 S 3/101		8934-4M		

審査請求 未請求 請求項の数10(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平4-138635

(22)出願日 平成4年(1992)5月29日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 一ノ瀬 祐治

茨城県日立市森山町1168番地 株式会社日

立製作所エネルギー研究所内

(72)発明者 川端 正弘

茨城県日立市森山町1168番地 株式会社日

立製作所エネルギー研究所内

(74)代理人 弁理士 秋本 正実

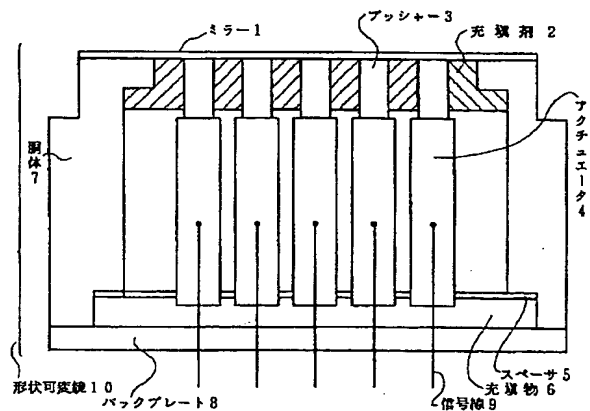
(54)【発明の名称】 形状可変鏡および該形状可変鏡の組立方法ならびに該形状可変鏡を用いた補償光学装置、アレイ
レーザ発振器、レーザ同位体分離器

(57)【要約】

【目的】 形状可変鏡の変形の高速化、高精度加工および組立作業の早期化を可能とする。

【構成】 ミラーと複数のアクチュエータと、弾性体で被覆され、前記アクチュエータの変位を前記ミラーに伝えるプッシャーと、前記ミラーおよび前記プッシャーの接続部を充填する充填剤と、前記アクチュエータの前記プッシャーとの接続部に対し反対側端部を充填する比較的硬度の高い充填剤とを設け、かつ前記ミラーを研磨する前にその母材と前記プッシャーとを前記充填剤に組み付け、前記ミラー母材を研磨後、前記アクチュエータの一端部を前記プッシャーに組み付けるとともに、他端部を前記比較的硬度の高い充填剤にて組み付けたものである。

【 図 1 】 本発明の第1の実施例である形状可変鏡を示す断面図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザビームおよび光の位相分布を変位にした形状可変鏡において、ミラーと、複数のアクチュエータと、弾性体にて被覆され、前記アクチュエータの変位を前記ミラーに伝えるブッシャーと、前記ミラーおよび前記ブッシャーの接続部を充填する充填剤と、前記アクチュエータの前記ブッシャーとの接続端に対し反対側端部を充填する比較的硬度の高い充填剤とを設けたことを特徴とする形状可変鏡。

【請求項2】 レーザビームおよび光の位相分布を変位にした形状可変鏡において、ミラーと、それぞれ弾性体で被覆された複数のアクチュエータと、前記ミラーおよび前記アクチュエータの接続部を充填する充填剤と、前記アクチュエータの前記ミラーとの接続端に対し反対側端部を充填する比較的硬度の高い充填剤とを設けたことを特徴とする形状可変鏡。

【請求項3】 レーザビームおよび光の位相分布を変位にした形状可変鏡において、ミラーと、複数のアクチュエータと、弾性体にて被覆され、前記アクチュエータの変位を前記ミラーに伝えるとともに、外部よりの電気エネルギーの供給によって前記ミラー面を冷却するペルチェ素子と、前記ミラーおよび前記ペルチェ素子の端部を被覆する充填剤と、前記アクチュエータの前記ペルチェ素子との接続端に対し反対側端部を充填する比較的硬度の高い充填剤とを設けたことを特徴とする形状可変鏡。

【請求項4】 レーザビームおよび光の位相分布を変位にした形状可変鏡の組立方法において、ミラー母材を底面にして弾性体を被覆した複数のブッシャー間に充填剤を流し込み、該充填剤が固化したとき、前記ミラー母材の前記ブッシャー接続していない面を研磨してミラー面を形成し、ついで、前記複数のそれぞれブッシャーの前記ミラーとの接続端に対し反対側端面に、該ブッシャーと同一軸心上になるように複数のアクチュエータを接続し、該アクチュエータの前記ブッシャーとの接続端に対し反対側端部と、該端部側面に設置されたスペーサとを底面にして比較的硬度の高い充填剤を流し込んで固化させることを特徴とする形状可変鏡の組立方法。

【請求項5】 電圧を印加することにより変位を可能とする圧電アクチュエータにおいて、圧電素子と電極とを交互に複数枚積層するとともに、前記電極を交互に＋側電極と－側電極としてそれぞれを結線したものを1個のアクチュエータとし、かつ該アクチュエータを複数個変位方向に接続するとともに、個々のアクチュエータを変位可能に構成されたことを特徴とする圧電アクチュエータ。

【請求項6】 請求項1乃至3のいずれかに記載の形状可変鏡において、前記アクチュエータを請求項5記載の圧電アクチュエータを用いたことを特徴とする形状可変鏡。

【請求項7】 レーザビームおよび光の位相を補正可能

とする補償光学装置において、前記請求項1乃至4のいずれかに記載の形状可変鏡を設け、かつ前記レーザビームおよび光の位相の歪を検出する検出器と、該検出器に基いて形状可変鏡を制御する制御装置を設けたことを特徴とする補償光学装置。

【請求項8】 複数のレーザ発振器からそれぞれ出力される複数のレーザビームを重ね合せて一つのレーザビームを作るアレイレーザ発振器において、前記複数のレーザ発振器にそれぞれ請求項7記載の補償光学装置と該複数の補償光学装置に同一のレーザビームの位相分布の指令値を与える指令装置とを設け、前記各補償光学装置からのレーザビームの位相分布を同一にした状態で複数のレーザビームを重ね合せることを特徴とするアレイレーザ発振器。

【請求項9】 物質の中に含まれている同位体を取り出すことの可能なレーザ同位体分離器において、レーザ発振器から出力されるレーザビームを前記物質を気化した蒸気に繰返し照射する複数の形状可変鏡、ビームスプリッタおよびミラーとを設け、かつ前記レーザビームの波面を検出する波面検出器と、該波面検出器にて検出された波面情報に基いて前記形状可変鏡を制御する制御装置とを設けたことを特徴とするレーザ同位体分離器。

【請求項10】 請求項9のレーザ同位体分離器において、前記形状可変鏡を請求項1乃至4いずれかに記載の形状可変鏡を設けたことを特徴とするレーザ同位体分離器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、レーザビームおよび光の光学的な歪を補正する形状可変鏡に係り、とくに、連続的なミラー面を有する形状可変鏡の応答性および組立作業性を高めるのに好適な形状可変鏡および該形状可変鏡の製造方法ならびに該形状可変鏡を用いた補償光学装置、アレイレーザ発振器、レーザ同位体分離器に関する。

【0002】

【従来の技術】形状可変鏡は、光学的な歪などに基づく画像の歪みを補正するもので、補償光学装置、アレイレーザ発振器、レーザ同位体分離器、画像処理装置などに用いられている。このため、形状可変鏡には、レーザの波長オーダの精度で形状（凹凸）を変形可能にすることが要求されている。形状可変鏡の構造については、たとえば米国特許第390427号、第420260号、第423934号、第4248504号などが挙げられる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術では、形状可変鏡の変形の高速度化、高精度加工化および組立作業の早期化について何等配慮されておらない。

【0004】本発明の目的は、上記変形の高速度化、高精

度加工化および組立作業の効率化を可能とする形状可変鏡および該形状可変鏡の組立方法ならびに該形状可変鏡を用いた補償光学装置、アレイレーザ発振器、レーザ同位体分離器を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、第1の発明は、レーザビームおよび光の位相分布を可変にした形状可変鏡において、ミラーと、複数のアクチュエータと、弾性体にて被覆され、前記アクチュエータの変位を前記ミラーに伝えるプッシャーと、前記ミラーおよび前記プッシャーの接続部を充填する充填剤と、前記アクチュエータの前記プッシャーとの接続端に対し反対側端部を充填する比較的硬度の高い充填剤とを設けたものである。

【0006】上記目的を達成するために、第2の発明は、レーザビームおよび光の位相分布を可変にした形状可変鏡において、ミラーと、それぞれ弾性体で被覆された複数のアクチュエータと、前記ミラーおよび前記アクチュエータの接続部を充填する充填剤と、前記アクチュエータの前記ミラーとの接続端に対し反対側端部を充填する比較的硬度の高い充填剤とを設けたものである。

【0007】上記目的を達成するために、第3の発明は、レーザビームおよび光の位相分布を可変にした形状可変鏡において、ミラーと、複数のアクチュエータと、弾性体にて被覆され、前記アクチュエータの変位を前記ミラーに伝えるとともに、外部よりの電気エネルギーの供給によって前記ミラー面を冷却するペルチェ素子と、前記ミラーおよび前記ペルチェ素子の端部を被覆する充填剤と、前記アクチュエータの前記ペルチェ素子との接続端に対し反対側端部を充填する比較的硬度の高い充填剤とを設けたものである。

【0008】上記目的を達成するために、第4の発明は、レーザビームおよび光の位相分布を可変にした形状可変鏡の組立方法において、ミラー母材を底面にして弾性体を被覆した複数のプッシャーの接続端に充填剤を流し込み、該充填剤が固化したとき、前記ミラー母材の前記プッシャーを接続していない面を研磨してミラー面を形成し、ついで、前記複数のそれぞれプッシャーの前記ミラーとの接続端に対し反対側端面に、該プッシャーと同一軸心上になるように複数のアクチュエータを接続し、該アクチュエータの前記プッシャーとの接続端に対し反対側端部と、該端部側面に設置されたスペーサとを底面にして比較的硬度の高い充填剤を流し込んで固化されたものである。

【0009】上記目的を達成するために、第5の発明は、電圧を印加することにより変位を可能とする圧電アクチュエータにおいて、圧電素子と電極とを交互に複数枚積層するとともに、前記電極を交互に＋側電極と－側電極としてそれぞれを結線したものと1個のアクチュエータとし、かつ該アクチュエータを複数個変位方向に接

続するとともに、個々のアクチュエータを変位可能に構成されたものである。

【0010】また、第6の発明は、前記第1乃至第3のいずれかの発明の形状可変鏡において、そのアクチュエータは、前記第5の発明の圧電アクチュエータを用いたものである。

【0011】上記目的を達成するために、第7の発明は、レーザビームおよび光の位相を補正可能とする補償光学装置において、前記請求項1乃至4のいずれかに記載の形状可変鏡を設け、かつ前記レーザビームおよび光の位相の歪を検出する検出器と、該検出器に基いて形状可変鏡を制御する制御装置を設けたものである。

【0012】上記目的を達成するために、第8の発明は、複数のレーザ発振器からそれぞれ出力される複数のレーザビームを重ね合せて一つのレーザビームを作るアレイレーザ発振器において、前記複数のレーザ発振器にそれぞれ請求項7記載の補償光学装置と、該複数の補償光学装置に同一のレーザビームの位相分布の指令値を与える指令装置とを設け、前記各補償光学装置からのレーザビームの位相分布を同一にした状態で複数のレーザビームを重ね合せる装置を設けたものである。

【0013】上記目的を達成するために、第9の発明は、物質の中に含まれている同位体を取り出すことのできるレーザ同位体分離器において、レーザ発振器から出力されるレーザビームを前記物質を気化した蒸気に繰返し照射する複数の形状可変鏡、ビームスプリットおよびミラーとを設け、かつ前記レーザビームの波面を検出する波面検出器と、該波面検出器にて検出された波面情報に基いて前記形状可変鏡を制御する制御装置とを設けたものである。

【0014】また、第10の発明は、前記第9の発明のレーザ同位体分離器において、その形状可変鏡は、前記第1乃至第3および第6のいずれかの発明の形状可変鏡を用いたものである。

【0015】

【作用】第1の発明および第2の発明によれば、形状可変鏡と、プッシャーの接続端部に充填剤を流し込み固化させたので、上記両者の接続部の結合が金属結合ほど強くないため、アクチュエータで変形させる駆動力が小さくてすみ、形状可変鏡の応答性を高めることができる。

【0016】第3の発明によれば、ペルチェ素子にてミラーの温度上昇を抑えることができるとともに、ミラーを水などにて冷却する場合に比較して構造を小形化することができる。

【0017】第4の発明によれば、ミラー母材を充填剤にてプッシャーと固定した状態で鏡面研磨をするので、ミラー母材を薄くすることができる。すなわち、形状可変鏡の機械的共振周波数は、構造物の長さに反比例するため、同一の長さのアクチュエータを用いる場合、その負荷となるミラー面は薄ければ薄いほど共振周波数は高

くなり応答性を向上することができる。また、ミラー面より先にミラー母材、プッシャーを組み立て、ミラー母材をミラーに加工したのち、アクチュエータを組み立て、ついでアクチュエータなどの各部品の長さのバラッキおよび各部品間の接続状態の差異による高さのバラッキを硬度の高い充填剤にて補うように組立てるので、形状可変鏡の組立作業性を向上することができる。

【0018】第5および第6の発明によれば、大振幅の変位は積層数の覆い圧電アクチュエータで駆動し、小振幅高速応答には積層数の少ない圧電アクチュエータで駆動することにより全体の必要な電源容量を低減することができる。

【0019】第7の発明に選れば、レーザおよび一般の光の波面歪を補正することができるので、種々の光学装置に適用可能な補償光学装置を得ることができる。

【0020】第8の発明によれば、個々のレーザビームの波面を合せたのち、複数のレーザビームを合成するので、合成されたレーザ出力を単純な加算値にすることができるレーザ発振器を得ることができる。

【0021】第9の発明によれば、形状可変鏡を用いてレーザ波面の歪を補正可能なレーザ同位体分離装置を得ることができる。

【0022】

【実施例】以下、本発明の第1の実施例を示す図1および図2について説明する。図1は本発明を適用した形状可変鏡の一実施例を示す断面図、図2は組立工程を示すフローチャートである。図1において、1はミラー母材にして、レーザの反射率の高い材質あるいは、鏡面加工しやすい材質にて形成されている。3はプッシャーにして、金属またはセラミックにて形成され、かつゴムあるいは樹脂などの弾性体にて被覆されている。2は充填剤にして、エポキシ樹脂などにて形成され、該充填剤2は、形状可変鏡10の胴体7に前記ミラー母材1を取り付け、前記ミラー母材1を図の状態よりさかさにして下方位置にし、前記プッシャー3の先端部を接着あるいは溶接にて前記ミラー母材1に取り付けたのち、前記ミラー母材1、前記胴体7および前記プッシャー3によって形成される空間に液状の状態で流し込んで固化される。4はアクチュエータにして、圧電素子、リニアモータあるいは電磁コイルなどにて形成され、前記プッシャー3の前記ミラー母材1との接続端に対し反対側端面に接続され、信号線9が接続する外部からの信号によりその変位量に変化する。5はスペーサにして、前記アクチュエータ4の前記プッシャー3との接続端に対し反対側端面と略同一変位位置に設置されている。6は充填剤にして、金属構造物の欠損時の補修剤などにて形成され、該充填剤6は、前記充填剤2と同様に、前記ミラー母材1を図の状態よりさかさにして下方位置にして前記スペーサ5、前記胴体7および前記アクチュエータ4によって形成される空間に液状の状態で流し込んで高い硬度で固

化させると、上記アクチュエータ4の端面の高さのバラッキは補正される。8はバックプレートにして、前記充填剤6が固化したのち、該充填剤6を覆うように前記胴体7の前記ミラー母材1に接続する端面に対し反対側の端面に取り付けられている。

【0023】つぎに、図2により組立方法について説明する。

【0024】ミラー母材1に、接着あるいは溶接にてプッシャー3を取付ける。このとき、プッシャー3は、アクチュエータ4に対応する位置になるようにミラー母材1に取り付ける。また、ミラー母材1を胴体7に取り付ける。しかるのち、ミラー母材1が下方になるようにしてプッシャー3、胴体7およびミラー母材1によって形成される空間にプッシャー3と同一高さまで充填剤2を流し込んで固化させる。

【0025】ついで、ミラー母材1を鏡面研磨してミラーを製作する。このとき、鏡面研磨するには、ミラー母材1を一定厚み以上にしなければ加工精度を高めることができない。ところが、本実施例ではミラー母材1に充填剤2の厚みが加わっているので、ミラー母材1を薄くしても加工精度を高めることができる。また、ミラー母材1と充填剤2との接合面の結合は、金属結語ほど強くないために、ミラーをアクチュエータ4により変形させる駆動力が小さくてよいので、形状可変鏡10の応答性を高めることができる。

【0026】ついで、プッシャー3おミラーとの接続側に対し反対側の端面に、アクチュエータ4を接続し、該アクチュエータ4のプッシャー3との接続側に対し反対側の端面と略同一の高さ位置にスペーサ5を設置する。しかるのち、ミラーを下方に位置させてスペーサ5、アクチュエータ4および胴体7により形成される空間に液状の充填剤6を流し込み固化させると、硬度の高い固化された充填剤6によりアクチュエータ4の端面の高さのバラッキを補正することができる。

【0027】ついで、バックプレート8を胴体7に取り付け組立は完了する。したがって、たとえば、基準となる台の上にアクチュエータ、ミラーの順に組み立ての場合には、各部品の寸法精度および組立精度をレーザ波長の数十分の一にする必要あり、さもなければミラー面の研磨時の高さの補正をする必要があり、これに比べれば本発明は短時間で組み立てることができ、これにより組立作業性を向上することができる。なお、ミラーを保護する必要がある場合には、ミラー面研磨後、ミラーコーティングすれば良い。

【0028】つぎに、本発明の第2の実施例を示す図3について説明する。図3は、プッシャーを用いない場合の形状可変鏡の一実施例を示す。図3に示すように、ミラー母材1に2次的にアクチュエータ4を配列し接続したのち、ミラー母材1、胴体7およびアクチュエータ4によって形成される空間に、所定の厚さになるように

液状をした充填剤2を流し込んで固化させる。このとき、アクチュエータ4の可動部分が充填剤2と直接接しないように、アクチュエータの可動部分を弾性体で被覆する。充填剤が固化したのち、ミラー母材1を研磨し、以後は前記第1の実施例と同様な方法によって組立ることにより、形状可変鏡10の応答性と組立作業性を向上することができる。

【0029】 つぎに、本発明の第3の実施例を示す図4について説明する。図4は、圧電素子を用いた圧電アクチュエータを示す。図4に示すように、圧電アクチュエータ13は、圧電素子11と、内部電極12とが複数枚積層されて形成され、各圧電素子11をはさむ両側の内部電極12は、一方がプラス電極、他方がマイナス電極となる。このように形成された各圧電素子11を複数枚積層することにより、単一の圧電素子に比べ低い駆動電圧で長い変位を得ることができることは、既に従来技術として知られている。しかるに、上記のように、各圧電素子11を複数枚積層して圧電アクチュエータ13を形成した場合には、各圧電素子11の長さ不揃いになる。第3の実施例では、各圧電素子11の長さが不揃いの圧電アクチュエータ13を用いて各圧電アクチュエータ13を独立に動かすことを可能に構成した場合である。圧電アクチュエータ13を駆動するには電源が必要であるが、圧電アクチュエータ13の電気的性質はコンデンサと等価であり、その静電容量は積層数が多い程、すなわち長い変位が得られるものほど大きい。圧電アクチュエータを用いた駆動機構には、大振幅の変位は比較的遅く、小振幅の変位は早い応答が求められることが多い。このときの圧電アクチュエータは、大振幅が得られる積層数にするため、小振幅高速応答を可能にするには大きな電源容量が必要となる。そこで、本実施例のアクチュエータ4では、積層数を異する2種類の電圧アクチュエータ13を設け、大振幅の変位は積層数の多い圧電アクチュエータ13で駆動し、小振幅高速応答には積層数の少ない圧電アクチュエータ13で駆動するので、これにより全体の必要な電源容量を低減することができる。なお、本実施例では積層数の異なる2種類の圧電アクチュエータ13からなるアクチュエータ4について説明したが、圧電アクチュエータ13の数を3個以上にした場合も適用できることは言うまでもない。また、アクチュエータ4は前記第1、第2の実施例を示す図1乃至図3にも適用できることは言うまでもない。つぎに本発明の第4の実施例を示す図5について説明する。図5に示す第4の実施例では、前記第1の実施例を示す図1におけるプッシャー3をペルチェ素子に置き換えた形状可変鏡である。形状可変鏡10を用いる補償光学装置15（後述の図6参照）においては、光学的歪みを補正できるため、種々の装置に適用できる。その一例である加工機用レーザのビーム品質を向上させる用途に適用するときには、ミラー1の温度上昇により該ミラー1の面が歪んで

しまい光学的歪みを補正できなくなるためである。そこで、図5に示す第4の実施例では、プッシャー3をペルチェ素子14に置き換えたのである。すなわち、ペルチェ素子14は、電気エネルギーを印加することにより素子温度を低下させるもので、半導体集積回路や半導体レーザなどの冷却用として用いられているものであるから、ペルチェ素子14を用いることによって前記の問題を解決することができる。なお、本実施例では、ペルチェ素子14によりアクチュエータ4の変位をミラー1に伝達するために、弾性体12の被覆を施すことは言うまでもない。

【0030】 つぎに、前記の形状可変鏡を用いた補償光学装置について、本発明の第5の実施例を示す図6により説明する。図6に示す補償光学装置15は、レーザビーム16が入力されると、ビームスプリット18により一方は透過してレーザ波面検出器19に入力され、他方は反射して形状可変鏡10に入力される。この場合、前記入力されるレーザビーム16には、レーザ発振器自体で生じる歪、レンズやミラーの歪および伝搬媒質の密度の分布などによって波面歪を発生する。そこで、本実施例では、前記レーザ波面検出器19により入力したレーザビーム16のレーザ波面17を検出している。レーザ波面の検出方式としては、ハルトマン方式、シェアリング干渉方式、マルチディザイ方式などがあり、いずれの方式を用いても検出可能である。レーザ波面検出器19でレーザ波面17を検出し、検出されたレーザ波面の情報を制御装置20に送る。該制御装置20では、レーザ波面検出器19からレーザ波面の情報に基づいてレーザ波面17の歪を補正するための形状可変鏡10の各アクチュエータ4の駆動量を算出し、その結果を形状可変鏡10に指令する。形状可変鏡10は制御装置20からの指令に基づいてその形状が変化し、該形状可変鏡10から反射されるレーザビーム16の波面の歪を補正する。したがって、上記実施例による補償光学装置15は、レーザ及び一般の光の波面歪を補正できるので、種々の光学装置たとえば、天体望遠鏡、レーザ加工機および画像処理装置などに適用できる。

【0031】 つぎに、本発明を複数のレーザ発振器を用いてレーザの大出力化をはかるアレイレーザ発振器に、実施した第6の実施例を示す図7について説明する。なお、図7では、説明の都合上2個のレーザ発振器を用いた場合を示すがこれに限定されるものではない。図7に示すようにアレイレーザ発振器23は、2個のレーザ発振器21A、21Bと、3個のビームスプリット18A、18B、18Cと、2個の波面検出器19A、19Bと、2個の制御装置20A、20Bと、1個の波面指令装置22とから構成されている。

【0032】 つぎに動作原理について説明する。2個のレーザ発振器21A、21Bからそれぞれ出力されるレーザビーム16A、16Bは、ビームスプリット18

Λ, 18Bにより二分に分けられ、一方は波面検出器19A, 19Bに入り、他方は形状可変鏡10A, 10Bに入る。この場合、前記2個のレーザ発振器21A, 21Bからそれぞれ出力された2個のレーザビーム16A, 16Bを単に重ね合わせて大出力のレーザビーム16を形成すると、個々のレーザビーム16A, 16Bの位相分布(波面)が異なるので、合成されたレーザ出力が単純な加算位にならないという問題がある。そこで、本実施例では、各レーザ発振器21A, 21Bからのレーザビーム16A, 16Bのレーザ波面をそれぞれレーザ波面検出器19A, 19Bで検出し、検出されたレーザ波面の情報を2個の制御装置20A, 20Bに送る。該2個の制御装置20A, 20Bでは、レーザ波面検出器19A, 19Bからのレーザ波面情報と、波面指令装置22からの波面指令からそれぞれの形状可変鏡10A, 10Bの駆動量を算出する。これにより各形状可変鏡10A, 10Bから反射されたレーザビーム16A, 16Bは、波面指令装置22からのレーザ波面の指令を一致したレーザ波面にすることができるとともに、ビームスプリッタ18Cにより合成されたレーザビーム16は個々のレーザビーム16A, 16Bの出力を加算された値にすることができる。

【0033】つぎに、本発明をレーザ同位体分離装置を実施した第7実施例を示す図8について説明する。レーザ同位体分離装置とは、原子番号が同じで質量数の異なる同位体の特定のものを取り出すために、レーザビームを用いるものである。図9は該レーザ同位体分離装置24の基本的構成を示す。同図に示すように、分離する同位体を含んだ物質を容器25の中に入れ加熱して気化させる。気化して蒸気となった物質に、分離したい同位体に遷移させるために特定の波長をもつレーザビーム16をレーザ発振器21から照射し、その同位体をイオン化する。イオン化した同位体を回収電極26に付着させることにより同位体を分離するものである。前記レーザ発振器21から出力されるレーザビーム16を効率よく蒸気に照射するために、数十から数百mにもおよび、蒸気の密度分布や温度上昇による折り返しミラー27の変形などにより、レーザ波面の歪によりレーザビーム16が拡散してしまう恐れがある。そこで、本実施例では、図8に示すように、レーザ発振器21から出力されるレーザビーム16は2個のビームスプリッタ18A, 18Bと、2個の形状可変鏡10A, 10Bにより折り返されて蒸気中を伝搬する。このとき、2個のビームスプリッタ18A, 18Bによりそれぞれ分けられたレーザビーム16は、波面検出器19A, 19Bに入って波面が検出される。2個の制御装置20A, 20Bでは、波面検出器19A, 19Bからの波面検出情報に基づいてそれぞれの形状可変鏡10A, 10Bの駆動量を算出する。したがって、本実施例によるレーザ同位体分離装置24は、レーザビーム16の歪を補正することができる。な

お、図8に示す実施例では、レーザビーム16を2個のビームスプリッタ18a, 18bと、2個の形状可変鏡10A, 10Bにより折り返す構成をしているが、途中に折り返しミラーを用いても問題ないことは言うまでもない。

【0034】

【発明の効果】本発明は上記のように構成されているので、以下に記載する効果を奏する。

【0035】第1および第2の発明に選れば、ミラー母材と、プッシャーの接続部とに充填剤を流し込んで固化したので、上記両者の結合が金属結合ほど強くないため、アクチュエータで変形させる駆動力が小さくてもよく、これによってミラーの応答性を高めることができる。

【0036】第3の発明によれば、ペルチェ素子でミラーの温度上昇を押えることができるとともに、ミラーを水などにて冷却する場合に比較して構造を水形化することができる。

【0037】第4の発明によれば、ミラー母材を充填剤にてプッシャーと固定した状態で鏡面研磨をするので、ミラー母材を薄くすることができる。すなわち、形状可変鏡の機械的共振周波数は、構造物の長さに反比例するため、同一の長さのアクチュエータを用いる場合、その負荷となるミラー面は薄ければ薄いほど共振周波数は高くなり応答性を向上することができる。また、ミラー面より先にミラー母材、プッシャーを組み立て、ミラー母材をミラーに加工したのち、アクチュエータを組み立て、ついでアクチュエータなどの各部品長さのバラッキおよび各部品間の接続状態の差異による高さのバラッキを硬度の高い充填剤にて補うように組み立てるので、形状可変鏡の組立作業性を向上することができる。

【0038】第5および第6の発明によれば、大振幅の変位は積層数の多い圧電アクチュエータで駆動し、小振幅高速応答には積層数の少ない圧電アクチュエータで駆動することにより全体の必要な電源容量を低減することができる。

【0039】第7の発明によれば、レーザおよび一般の光の波面歪を補正することができるので、種々の光学装置に適用可能な補償光学装置を得ることができる。

【0040】第8の発明によれば、個々のレーザビームの波面を合せたのち、複数個のレーザビームを合成するので、合成されたレーザ出力を単純な加算値にすることができるレーザ発振器を得ることができる。

【0041】第9の発明によれば、形状可変鏡を用いてレーザ波面の歪を補正可能なレーザ同位体分離装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例である形状可変鏡を示す断面図。

【図2】組立工程を示すフローチャート。

【図3】本発明の第2の実施例である形状可変鏡を示す断面図。

【図4】本発明の第3の実施例である形状可変鏡の圧電アクチュエータを示す図。

【図5】本発明の第4の実施例である形状可変鏡を示す断面図。

【図6】本発明の第5の実施例である補償光学装置を示す図。

【図7】本発明の第6の実施例であるアレイレーザ発振器を示す図。

【図8】本発明の第7の実施例であるレーザ同位体分離装置を示す図。

【図9】レーザ同位体分離装置の基本構成を示す斜視

図。

【符号の説明】

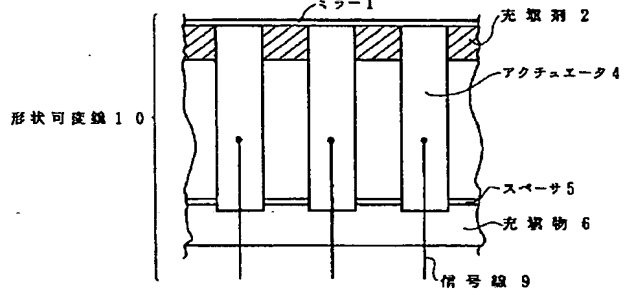
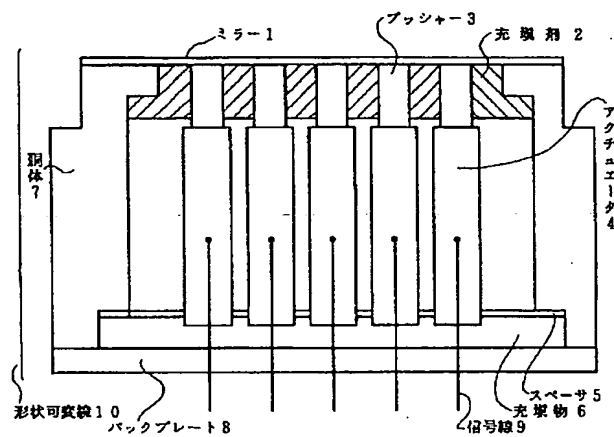
1…ミラー、2…充填剤、3…プッシャー、4…アクチュエータ、5…スペーサ、6…充填物、7…胴体、8…バックプレート、9…信号線、10…形状可変鏡、11…圧電素子、12…内部電極、13…圧電アクチュエータ、14…ペルチェ素子、15…補償光学装置、16…レーザビーム、17…レーザ波面、18…ビームスプリッター、19…波面検出器、20…制御装置、21…レーザ発振器、22…波面指令装置、23…アレイレーザ発振器、24…レーザ同位体分離装置、25…容器、26…回収電極、27…折り返しミラー。

【図1】

【図3】

【図1】 本発明の第1の実施例である形状可変鏡を示す断面図

【図3】 本発明の第2の実施例である形状可変鏡を示す断面図

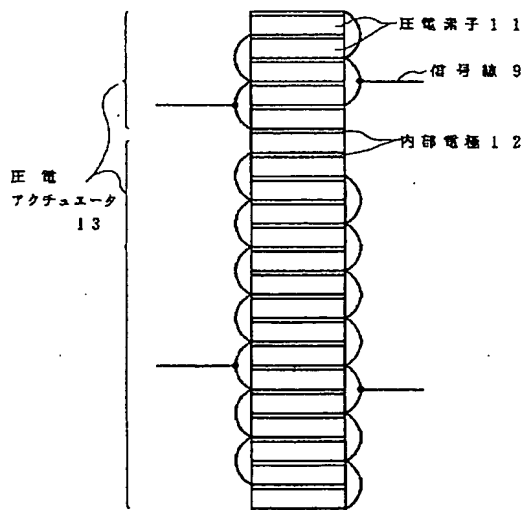
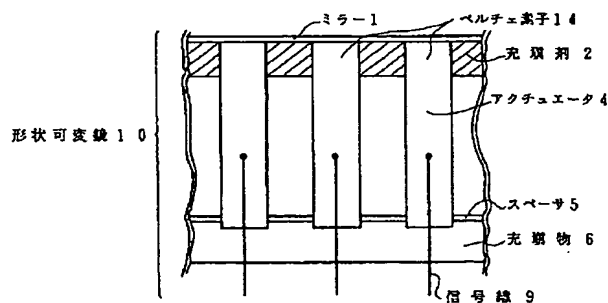


【図4】

【図4】 本発明の第3の実施例である形状可変鏡の圧電アクチュエータを示す図

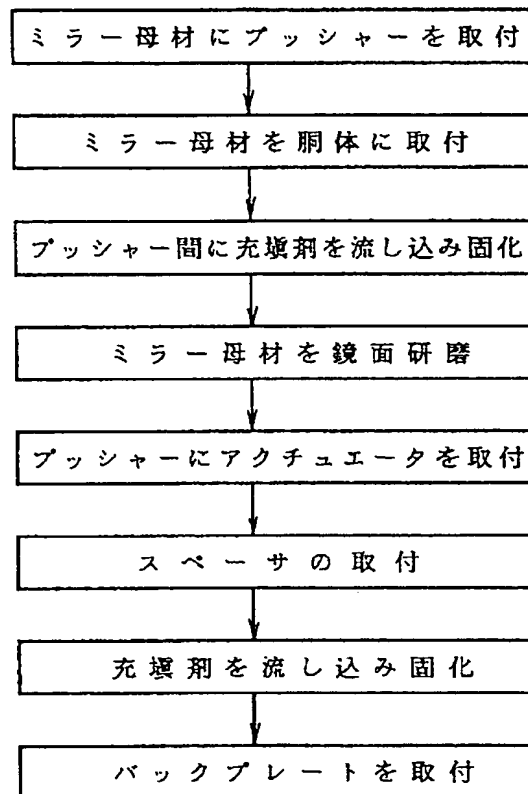
【図5】

【図5】 本発明の第4の実施例である形状可変鏡を示す断面図



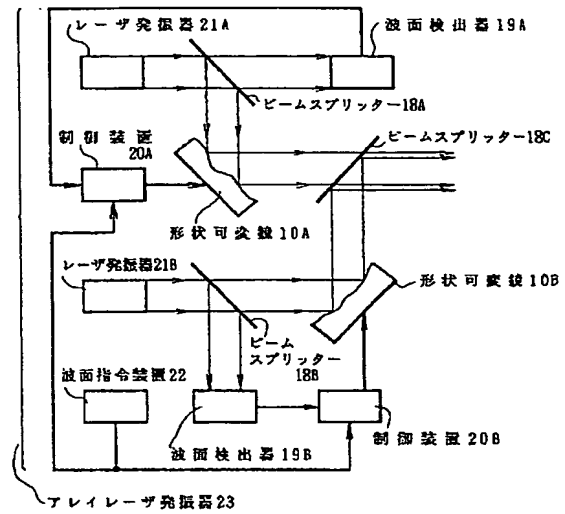
【図2】

[図 2] 組立工程を示すフローチャート



【图 7】

〔図 7〕 本発明の第 6 の実施例であるアレイレーザ発振器を示す図



【図 9】

〔 図 9 〕 レーザ同位体分離装置の基本構成を示す斜視図

